

REPUBLIQUE DE CÔTE D'IVOIRE  
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR  
DE LA RECHERCHE ET DE  
L'INNOVATION TECHNOLOGIQUE

---

INSTITUT DES FORETS  
DEPARTEMENT FORESTERIE  
STATION KAMONON DIABATE  
B.P. 947 KORHOGO

---

**ROLE DES MACRO-INVERTEBRES DU SOL DANS LA  
CONSERVATION ET LA RESTAURATION DE LA  
FERTILITE DES SOLS EN ZONE DE SAVANES SOUDANO-  
GUINEENNE CAS PARTICULIER DES VERS DE TERRE  
ET DES TERMITES.**

Role of soil macro-invertebrates in conserving the soil structure and  
mediating efficient nutrient cycling of humid tropical savannahs :  
termites and earthworms particularly.

**N'klo OUATTARA, Dominique LOUPPE, Pity BALLE**

**Août 1997**

**Abstracts :**

The itinerant farming, the wood operation and the extensive livestock farming are human practices which cause the natural environment degradation (soil and vegetation particularly).

Because of demographic pressure on the land, natural fallows are short-lived ; so they are not able to restore physical and chemical soil properties. Exhausted soils do not react to mineral fertiliser transfer and there is a new generation of tough weeds and parasites at pesticides. Only biological way is one of the best alternatives of degraded soils restoration.

A research is carrying out, in the framework of <<regional fallow project>>, at Korhogo (North of Côte d'Ivoire), by IDEFOR/DFO, about of soil biology under fallow. The present paper shows interactions between soil macro-invertebrates activities and some parameters of the environment (soil, litter, vegetable roofing), in soil fertility remain and restoration process.

**Key Words :** Fertility, macro-invertebrates, fallow, restoration.

# **SOMMAIRE**

## **RESUME**

## **PROBLÉMATIQUE**

## **INTRODUCTION**

### **I / CARACTERISTIQUES NATURELLES DU SITE D'ETUDE**

- 11 - Localisation géographique de l'essai**
- 12 - Géologie, Pédologie**
- 13 - Climat**
- 14 - Végétation naturelle**

### **II / MATERIEL ET METHODES**

- 21 - Caractéristiques des trois jachères améliorées**
  - botanique
  - informations dendrométriques des peuplements.
- 22 - Caractéristiques des populations de macro-invertébrés du sol étudiés**
  - cas particulier des termites et vers de terre
  - effets drilosphériques et effets termitosphériques
- 23 - Méthodes d'échantillonnage et de collecte de données sur le terrain.**
  - 231 - Prélèvement échantillons de litière
  - 232 - Prélèvement échantillons de macrofaune du sol
  - 233 - Prélèvement échantillons de parties épigées des arbres.

### **III / RESULTATS ET DISCUSSIONS**

- 31 - Les résultats des analyses pédologiques**
- 32 - La minéralomasse**
- 33 - Les retombées de litière**
- 34 - Rendements en culture (maïs)**
- 35 - La macrofaune du sol**
- 36 - Corrélation entre la macrofaune du sol et les paramètres du milieu étudier.**

## **CONCLUSION**

## RESUME

La culture itinérante, l'exploitation du bois et l'élevage extensif sont autant de pratiques anthropiques qui occasionnent la dégradation du milieu naturel (sol et végétation principalement).

La jachère naturelle dont la durée devient de plus en plus courte du fait de la pression démographique sur le foncier, n'arrive plus à restaurer le milieu naturel. Les terres trop épuisées ne répondent plus aux apports d'engrais minéraux et il y a prolifération d'une nouvelle génération de mauvaises herbes et de parasites résistants aux pesticides. Seule la voie biologique reste l'une des meilleures alternatives de restauration des milieux dégradés.

C'est dans cet objectif qu'une étude est menée dans le cadre du "Projet Régional Jachère", à Korhogo, par l'IDEFOR /DFO, sur la biologie des sols sous jachères. Le présent document met en évidence les interactions, entre les activités des populations de macro-invertébrés du sol et de certains paramètres du milieu (sol, litière et couverture végétale), dans le processus de la restauration et le maintien de la fertilité des sols.

**Mots clés** : fertilité, macro-invertébrés, jachère, restauration.

## PROBLÉMATIQUE

Le développement des cultures de rente (Coton, Arachide,...) et la création de vastes complexes agro-industriels (projet soja, complexes sucriers,...) ont occasionné, dans les savanes soudano-guinéennes du Nord de la Côte d'Ivoire, le défrichement d'importantes superficies souvent d'un seul tenant.

Les formations végétales naturelles sont ravagées par les feux de brousse incontrôlés qui se multiplient d'année en année, à la faveur du pastoralisme extensif.

La culture itinérante, système de culture, par excellence, pratiquée dans la région est dévoreuse de sols fertiles.

L'exploitation du bois dans le patrimoine forestier naturel pour les besoins quotidiens (bois de service, bois d'énergie, bois d'oeuvre, bois d'artisanat,...) augmente proportionnellement à la démographie.

Le surpâturage constitue un véritable frein à la revégétalisation naturelle des parcelles mises en jachère surtout quand il intervient au début de la jachère.

Toutes ces pratiques anthropiques dégradent le patrimoine naturel et provoquent une diminution progressive des superficies boisées. Les terres mises à nu et/ou cultivées pendant de longues périodes accusent une dégradation de leurs propriétés physiques et chimiques

La jachère, appuyée par une gestion rationnelle et rigoureuse des feux de régénération de pâturages, devient alors, l'une des meilleures alternatives pour la restauration biologique de la fertilité des sols et des autres composantes du milieu naturel.

Dans les meilleures conditions écologiques, le milieu naturel n'est suffisamment restauré qu'au bout d'une vingtaine d'années de jachère naturelle. Malheureusement, la pression démographique actuelle sur le foncier ne permet plus de faire des jachères naturelles de plus de 5 ans. Dans ces conditions, les jachères naturelles ne peuvent plus jouer le rôle de restauration du milieu (sol et végétation principalement) surtout si celles-ci sont pâturées et/ou parcourues annuellement par les feux de brousse.

L'utilisation d'intrants (engrais, insecticides, herbicides,...) devenue obligatoire pour soutenir, un tant soit peu, les rendements agricoles, est non seulement très

onéreuse mais, devient de moins en moins efficace :

- le sol ne réagit plus aux apports d'engrais minéraux;
- certains insectes et adventices sont devenus résistants aux pesticides.

Seule la voie biologique reste l'une des alternatives les plus sûres pour la restauration des milieux dégradés notamment :

- la restauration et le maintien de la fertilité des sols;
- la lutte contre les ennemis des cultures (mauvaises herbes , insectes ravageurs et maladies) par la rupture de leurs cycles de reproduction.

Ainsi, la jachère améliorée de courte durée (3 à 5 ans) avec des plantes de couverture ( *pueraria javanica*, *mucuna sp*,...) ou des arbustes forestiers (*Acacia auriculiformis*, *Albizia guachepele*,...) et l'enrichissement des parcs arborés avec des légumineuses arborées (*Faidherbia albida*) restent un grand espoir pour la restauration rapide de la fertilité des sols.

La Recherche forestière ivoirienne s'emploie depuis 1988, à mettre au point un itinéraire technique pour une restauration, moins onéreuse et en très peu de temps, des milieux dégradés par la voie de plantation d'arbres en milieu paysan.

Pour une meilleure maîtrise de la gestion de la forte biomasse de litière obtenue sous les jachères, une étude est menée, dans la région de Korhogo, sur la biologie des sols sous jachères. Dans le cadre de cette étude financée, en partie par le "Projet Régional Jachère" régional il est question de mettre en évidence, entre autres, la part de responsabilité des populations de macro-invertébrés du sol dans la restauration et le maintien de la fertilité des sols.

## INTRODUCTION

Les activités biologiques des populations de macro-invertébrés du sol sont intimement liées à certains paramètres du milieu notamment :

- la nature et la qualité de la litière et par conséquent la nature du couvert végétal;
- la nature du sol;
- les conditions climatiques.

C'est pourquoi, pour la mise en évidence du rôle joué par les macro-invertébrés du sol dans la restauration et le maintien de la fertilité des sols, il nous paraît judicieux de prendre en compte dans la présente étude ces différents paramètres.

L'étude se fait sous trois types de jachères améliorées de cinq ans (*Acacia auriculiformis*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Gmelina arborea*).

Le but de l'étude est de voir laquelle des jachères crée les meilleures conditions d'activités biologiques dans le sol (activités des macro-invertébrés du sol principalement).

Des récoltes de litières et prélèvements de macrofaune du sol ont été effectués à intervalles réguliers, au cours de la dernière année de jachère. Des analyses pédologiques ont été réalisées à partir de prélèvements de sol sous ces jachères en fin de révolution. Des analyses de minéralomasse ont été faites à partir de prélèvement d'échantillons sur les parties épigées des arbres forestiers. Le brassage de toutes ces informations nous a permis de mettre en évidence certaines corrélations entre nature de la jachère, populations de macro-invertébrés du sol et restauration de la fertilité des sols.

Le présent document n'est qu'une analyse partielle du processus de la restauration de la fertilité des sols par l'introduction de l'arbre dans l'espace rural étant entendu que plusieurs paramètres sont encore en cours d'étude.

## **I / CARACTERISTIQUES NATURELLES DU SITE D'ETUDE**

### **11 - Localisation géographique de l'essai**

L'essai est installé sur la Station de Recherches forestières Kamonon DIABATE, située à une trentaine de kilomètres de la ville de KORHOGO. Les coordonnées géographiques sont approximativement :

Longitude = 5° 32' W

Latitude = 9° 34' N

### **12 - Géologie, Pédologie**

#### **121 - Roche -mère :**

Le sous-sol du site d'étude est constitué de granite calco-alcalins du Précambrien (E. ADJANOHOOUN, 1964).

#### **122 - Relief :**

C'est un paysage de plateau faiblement vallonné avec un altitude de 300 à 400 m et des pentes faibles (2 % à 4%).

#### **123 - Sols**

Le sol est généralement très peu profond de type ferralitique moyennement désaturé.

### **13 - Climat**

#### **131 - Précipitations**

Le climat de KORHOGO est de type soudano-guinéen à deux saisons (N. OUATTARA, 1994) :

- une saison sèche de Novembre à Avril (5 à 6 mois) accompagnée d'un vent sec et frais soufflant du Nord - Est au Sud - Ouest (Harmattan)
- Une saison des pluies d'Avril à Octobre (6 à 7 mois). Le mois le

plus pluvieux est Août avec environ 30 % de la pluviométrie annuelle.

### **132 - Température**

La température moyenne à KORHOGO, varie très peu au cours de l'année; les moyennes mensuelles fluctuent entre 23° et 30°C. La température moyenne annuelle calculée sur 20 ans est de 26.5°C (ANNAM).

### **14 - Végétation naturelle**

La végétation initiale de la région de KORHOGO est une forêt claire parsemée de savanes herbeuses (sur les bowé). Les pratiques agro-pastorales aidant, la forêt claire a fait place, progressivement, à la savane plus ou moins boisée.

Le terroir de Lataha, sur lequel est installé l'essai, fait partie des zones moyennement peuplées de KORHOGO. La végétation actuelle est une savane arbustive composée de vastes parcs arborés à *Vitellaria paradoxa* et *Parkia biglobosa* cultivés en coton, céréales, arachides et niébé.

## **II / MATERIEL ET METHODES**

### **21 - Caractéristiques des trois jachères améliorées.**

Les jachères étudiées sont des peuplements monospécifiques de *Acacia auriculiformis*, *Eucalyptus camaldulensis*, et *Gmelina arborea*.

- Aspects botaniques

*Acacia auriculiformis* (A. Cunn; ex Benth), une légumiseuse mimosacée est originaire d'Australie tropicale et Papouasie Nouvelle Guinée . Son bois est très dense et sa croissance initiale très rapide.

*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.syn : *Eucalyptus rostrata* est une myrtacée qui a une très large aire de répartition en Australie Continentale. En Nord Côte d'Ivoire, les provenances Petford et Gilbert River (Quensland) sont les mieux adaptées et les plus productives.

*Gmelina arborea* Roxb. est une verbenacée qui pousse naturellement dans les forêts humides de l'Inde, du Bengladesh, de Srilanka, du sud de la Chine et du sud-est asiatique.

- Informations dendrométriques des peuplements de jachères.

Le tableau ci-dessous présente les principales caractéristiques du peuplement, avant exploitation. L'analyse statistique permet de mettre en évidence des différences significatives entre espèces mais pas entre blocs. (Les lettres identiques indiquent les traitements non statistiquement différents au seuil de 5 %).

**Tableau n° 1 :** Caractéristiques dendrométriques et production de matière sèche sur pied de trois jachères arborées.

Observations	Acacia	Eucalyptus	Gmelina	Moyennes	Signification statistique
Densité (n/ha)	2830 <b>B</b>	3997 <b>AB</b>	4871 <b>A</b>	3900	<b>S</b>
Surface terrière (m <sup>2</sup> /ha)	10.83	15.35	19.72	15.30	<b>NS</b>
Volume (m <sup>3</sup> /ha)	57.73	88.43	82.32	76.16	<b>NS</b>
Poids sec tiges (kg/ha)	39.285	59565	63.475	54108	<b>NS</b>
Poids branches (kg/ha)	10600 <b>A</b>	3658 <b>B</b>	7944 <b>AB</b>	7406	<b>S</b>
Poids feuilles (kg/ha)	4661 <b>A</b>	3187 <b>A</b>	865 <b>B</b>	2904	<b>S</b>
Biomasse totale (kg/ha)	58512	66410	79579	68167	<b>NS</b>

## **22 - Caractéristiques des populations de macro-invertébrés du sol étudiées**

La faune du sol peut se classer suivant différents critères; la taille, l'habitat, le régime alimentaire, le temps passé dans le sol, la profondeur à laquelle elle se trouve. Selon la taille, on distingue trois catégories de faune du sol (LAVELLE et al, 1990) :

- La microfaune : taille inférieure à 0.2 mm
- La mésofaune : Taille comprise entre 0.2 mm et 2 mm
- la macrofaune : Taille supérieure à 2 mm

C'est cette dernière catégorie qui va retenir notre attention. Nous nous intéresserons particulièrement aux invertébrés de cette catégorie vivant dans la litière ou dans le sol.

Les macro-invertébrés du sol des savanes sont dominés par les termites (composante la plus importante en densité et en biomasse) et, si la pluviosité est suffisante, les vers de terre (LAVELLE et al, 1981).

Les macro-invertébrés du sol comptent aussi, parfois en abondance, des larves de coléoptères rhizophages, des arthropodes consommateurs de litière ainsi que leur cortège de prédateurs. Cette macrofaune épigée semble être d'autant plus croissante que la proportion de ligneux dans la végétation augmente pendant que l'abondance des termites diminue (P. LAVELLE et al, 1990).

### **- Cas particulier des termites et des vers de terre.**



Le termite appartient à la classe des insectes, à la sous-classe des Ptérygotes, au super-ordre des Blattoptérides et à l'ordre des Isoptères. On distingue six familles de termites rassemblant environ 190 genres et un peu moins de 2800 espèces vivantes (K; KRISHNA, 1969).

Le vers de terre ou lombric appartient à l'embranchement des annélides, à la classe des oligochètes et à l'ordre des lombricides.

Le peuplement des vers de terre des savanes se compose de 13 espèces dont 9 sont abondantes partout. Par la morphologie, le régime alimentaire et la distribution verticale dans le sol, ces espèces se rattachent à trois groupes écologiques (P. LAVELLE, 1981) :

- les vers de terre de surface (se nourrissent de litière)
- les vers de terre géophages de faible profondeur (se nourrissent de terre prélevée dans l'horizon 0 - 10 cm, du sol et quelque fois dans les horizons profonds qu'ils prospectent régulièrement)
- les vers géophages de grande profondeur (se nourrissent de terre prélevée à 30 cm de profondeur dans le sol; c'est aussi à cette profondeur qu'ils vivent).

Les termites et les vers de terre constituent l'essentiel de la macrofaune du sol qui préside à la décomposition de la matière organique dû au fait de leurs intenses activités biologiques et mécaniques ainsi que leur abondance dans les sols des savanes humides.

Les vers de terre disparaissent des savanes d'Afrique lorsque la pluviosité annuelle moyenne tombe en dessous de 800 mm et ainsi, les termites deviennent la composante de macrofaune du sol la plus importante.

A biomasse égale, les termites sont bien plus actifs que les vers de terre du fait de la faible taille individuelle (qui leur confère un métabolisme plus élevé) et leur activité qui n'est pas interrompue au cours de la saison sèche (KOUASSI, 1987).

## 23 - Méthodes d'échantillonnage et de collecte des données de terrain

Selon le protocole de l'essai, il y a 4 parcelles utilitaires pour chacune des trois espèces forestières plantées.

### 231 - Prélèvement des échantillons de litière

Des bacs de 1 m x 1 m à fond en moustiquaire ont servi à recueillir la litière; quatre bacs ont été disposés, au hasard, dans chacune des 12 parcelles de l'essai.

Les récoltes de litière ont été faites toutes les semaines. Les échantillons prélevés ont été séchés à l'étuve à 80°C pendant 72 H avant d'être pesés.

## **232 - Prélèvement de la macrofaune du sol**

Les échantillons de terre ont été prélevés, en partie, selon la méthode T.S.B.F. (Tropical Soil Biologie and Fertility); le monolithe de terre prélevé fait 25 cm x 30 cm; quatre monolithes de terre ont été prélevés par parcelle. Les macro-invertébrés du sol ont été récoltés, dans la terre ainsi prélevée à l'aide de pinces à disséquer. La macrofaune prélevée sur le terrain est conservée dans des piluliers contenant de l'alcool à 90°. Ces échantillons ont été triés et classés par groupes taxonomiques. Ils ont été ensuite pesés pour avoir les poids par groupe taxonomique.

## **233 - Prélèvement des parties épigées des arbres**

Des échantillons ont été prélevés sur les différents organes (bois, écorce, feuille) des trois espèces.

Pour le bois et l'écorce les échantillons ont été prélevés sur le tronc à 3 niveaux (base du tronc, milieu du tronc et bout du tronc)

Pour les feuilles les échantillons composites ont été prélevés à partir de mélange de feuilles vieilles et jeunes de la base au bout des rameaux.

Ces échantillons ont été séchés à l'étuve à 105°C pendant 72 à 120 heures selon les parties de la plante.

# **III / RESULTATS ET DUSCUSSIONS**

## **31 résultats des analyses pédologiques**

les résultats des analyses pédologiques sont présentés au tableau 2 qui ne donne que les moyennes par espèce.

**Tableau 2** : Analyse de sol sous trois peuplements monospécifiques  
âgés de 6 ans

	Unités	<i>Acacia auriculiformis</i>	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	<i>Gmelina arborea</i>
<b>Granulométrie</b>				
Argiles	%	17,33	16,10	15,73
limons	%	5,40	4,18	4,40
Limons grossiers	%	7,68	6,28	7,43
Sables fins	%	23,30	24,00	29,93
Sables grossiers	%	46,30	49,48	42,48
<b>Matière organique</b>				
Matière organique	%	1,99	1,69	1,85
Carbone organique	%	1,16	0,98	1,07
Azote total	%0	0,94	0,75	0,87
Rapport C/N		12,40	13,16	12,34
<b>Phosphore</b>				
Olsen -Dabin	ppm	10,54	10,90	8,55
<b>Complexe absorbant</b>				
<b>Ca</b> échangeable	meq/100	1,94	2,89	2,60
<b>Mg</b> échangeable	meq/100	1,03	0,86	0,90
<b>K</b> échangeable	meq/100	0,21	0,20	0,13
<b>Na</b> échangeable	meq/100	0,03	0,03	0,02
<b>Mn</b> échangeable	meq/100	0,03	0,02	0,03
<b>S(Ca, Mg, K, Na)</b>	meq/100	4,22	3,97	3,64
<b>C.E.C.</b>	meq/100	4,37	3,75	3,80
<b>S/CEC</b>	%	96,42	-	95,00
<b>pH</b>				
pH eau		6,31	6,71	6,39
pH KCl		5,38	5,79	5,33

Analyses réalisées par le laboratoire CIRAD - Montpellier - France

Les analyses du sol montrent quand même des différences plus ou moins marquées sous les trois jachères:

- en granulométrie, *Acacia auriculiformis* a le taux d'éléments fins le plus élevé, 30,41 % contre 26,56 % pour *Eucalyptus camaldulensis* et 27,56 % pour *Gmelina arborea*, si l'on se limite seulement aux argiles, limons grossiers. En ce qui concerne les argiles uniquement le classement entre les 3 jachères est différent : *Acacia auriculiformis* est toujours en tête avec 17,33 % d'argile suivie, cette fois par *Eucalyptus camaldulensis* (16,10 %) et *Gmelina arborea* (15,73 %).

Le potassium et le magnésium échangeable présentent des différences significatives entre espèces :

- la teneur en magnésium est supérieure sous *Acacia auriculiformis*
- la teneur en potassium est réduite sous *Gmelina arborea*.

Pour la teneur en azote, les différences sont hautement significatives au seuil de 5 % :

- l'azote totale est plus élevée sous *Acacia auriculiformis* que *Eucalyptus camaldulensis*
- Elle est intermédiaire sous *Gmelina arborea* de celle sous les deux autres espèces.

Si l'on accepte un risque de première espèce de 10 %, de nouvelles différences apparaissent :

- la matière et le carbone organiques sont plus élevés sous *Acacia auriculiformis* que sous *Eucalyptus camaldulensis*, *Gmelina arborea* étant intermédiaire
- le rapport C/N est plus élevé sous *Eucalyptus* que sous les deux autres espèces.

En conclusion partielle pour l'aspect pédologique retenons que *Acacia auriculiformis* apparaît ici comme l'espèce ayant la meilleure influence sur le sol. Par rapport à *Eucalyptus camaldulensis* elle "augmente" l'azote totale, la matière organique et le magnésium échangeable. Par contre *Eucalyptus* ne diminue pas la teneur du sol en potassium ce qui n'est pas le cas de *Gmelina arborea* qui a également un effet défavorable sur le magnésium par rapport à *Acacia auriculiformis*.

La litière de *Eucalyptus* se décompose moins bien que celle des deux autres espèces : rapport C/N plus élevé.

Les trois espèces semblent avoir relevé le pH du sol; le pH eau de la Station est compris entre 5,4 et 6. Le pH eau est neutre sous *Eucalyptus camaldulensis* tandis qu'il est légèrement acidulé sous les deux autres espèces.

### **32 - La minéralomasse**

Les résultats des analyses minérales des échantillons prélevés sur les différents organes des trois espèces sont présentés au tableau 3 ci-dessous. Les comparaisons statistiques entre espèce sont impossibles par manque de répétitions. Cependant les différences de teneur très marquées entre espèce permettent de dégager des conclusions partielles.

**Tableau 3** : Teneurs moyennes (% de matière sèche) en éléments minéraux

majeurs des différents organes des trois espèces étudiées.

Espèces	Organes*	N	P	K	Ca	Mg
<i>Acacia auriculiformis</i>	Tronc	0,412	0,029	0,250	0,317	0,016
	Bois	0,278	0,022	0,212	0,124	0,014
	Ecorce	1,150	0,070	0,454	1,378	0,031
	Feuilles	2,530	0,146	1,509	0,831	0,188
	Branches	0,783	0,074	0,366	0,694	0,046
	Bois mort	0,486	0,030	0,166	0,638	0,026
	Fruits	0,943	0,025	0,648	0,329	0,098
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Tronc	0,218	0,063	0,250	0,360	0,048
	Bois	0,192	0,042	0,164	0,134	0,019
	Ecorce	0,339	0,162	0,654	1,506	0,192
	Feuilles	1,242	0,102	1,338	1,400	0,229
	Branches	0,322	0,062	0,477	0,842	0,082
	Bois mort	0,295	0,061	0,413	0,768	0,059
	Fruits	0,839	0,118	1,292	0,703	0,151
<i>Gmelina arborea</i>	Tronc	0,252	0,027	0,429	0,332	0,066
	Bois	0,213	0,024	0,354	0,210	0,041
	Ecorce	0,515	0,042	0,941	1,137	0,236
	Feuilles	2,098	0,191	1,483	1,049	0,463
	Branches	0,397	0,060	0,793	0,508	0,106
	Bois mort	0,283	0,016	0,350	0,522	0,079
	Fruits	0,667	0,136	1,469	0,135	0,117

\* Organes :      Tronc            = tige principale + grosses branches (D > 3 cm), l'écorce restant adhérente au bois  
                          Bois            = bois de la tige principale  
                          Ecorce        = écorce de la tige principale  
                          Feuilles        = feuilles encore sur l'arbre après abattage  
                          Branches      = branches vivantes de D < 3 cm avec écorce  
                          Bois mort     = branches mortes en cours d'élagage naturel  
                          Fruits            = fruits encore sur l'arbre

Analyses réalisées par le laboratoire CIRAD - Montpellier - France

**Tableau n° 4 :** exportation et restitution d'éléments minéraux (en kg/ha) dans le cas ou seul le gros bois (avec écorce) est commercialisé.

Espèces		N	P	K	Ca	Mg
Acacia auriculiformis	Exportations	134,4	9,6	81,7	103,5	5,4
	Restitutions	187,1	13,5	97,0	121,8	12,3
Eucalyptus camaldulensis	Exportations	119,8	31,8	126,8	182,5	24,4
	Restitutions	51,7	5,0	55,2	67,8	9,5
Gmelina arborea	Exportations	148,1	15,6	252,2	195,3	39,1
	Restitutions	65,1	7,1	105,4	81,0	16,8

- *Acacia auriculiformis* restitue au sol des quantités importantes d'azote, de phosphore et de potassium.
- Pphosphore, potassium, calcium et magnésium sont exportés par *Eucalyptus camaldulensis* et *Gmelina arborea*.
- *Gmelina arborea* apparaît être une "pompe" à potassium.

### 33 - Rétombées de litière

**Tableau 5 :** Biomasse de litière (en Kg de matière sèche par ha) sur environ un an du 19 Juin 1995 au 30 Avril 1996.

ESPECES	LITIERE TOTALE	POURCENTAGE DE LITIERE REPRESENTÉ PAR			
		Feuilles	Fleurs	Fruits	Bois
Acacia auriculiformis Jachère plantée (5 ans)	8295.42	73.32 %	0.04 %	11.13 %	15.49 %
Eucalyptus camaldulensis Jachère plantée (5 ans)	6985.05	63.97 %	0.03 %	1.22 %	34.75 %
Gmelina arborea Jachère plantée (5 ans)	6637.52	93.01 %	0.39 %	4.70 %	1.88 %
Albizia zygia Jachère plantée (5 ans)	3809.84	70.39 %	2.06 %	0.24 %	27.30 %
Anogeissus leïcarpus Jachère plantée (5 ans)	3897.27	86.96 %	1.34 %	1.81 %	9.86 %
Anthonota crassifolia Jachère naturelle (+ de 20	9603.21	70.44 %	1.10 %	13.21%	15.22 %
Isoberlinia doka Jachère naturelle (+ de 10	7721.39	81.98 %	0.07 %	3.32 %	14.61 %
Pereopsis laxiflora Jachère naturelle (+ de 10	5316.37	65.77 %	8.97 %	8.95 %	16.29 %

Retenons que la jachère plantée de *Acacia auriculiformis*, âgée de 5 ans, produit une litière en quantité équivalente sinon supérieure à celle de formations naturelles assez âgées (jachère de longue durée environ 20 à 30 ans). Les jachères plantées de *Gmelina arborea* et *Eucalyptus camaldulensis* qui présentent un niveau équivalent de production de litière (entre elles) sont moins performantes que celle de *Acacia auriculiformis*, plus performantes que la jachère naturelle de *Pericopsis laxiflora* et très voisines de celle de *Isobertia doka*.

La jachère de *Anthonota crassifolia* qui domine tout le lot (9,6 tonnes de MS/ha/an) doit sa bonne performance à la grosseur de ses fruits.

Quant aux jachères plantées de *Albizia zygia* et *Anogeissus leiocarpus*, âgées de 5 ans, elles sont les moins performantes (environ 4 tonnes de MS/ha/an). Cela confirme un peu la différence de vitesse de croissance entre les espèces locales de zone de savane et les exotiques introduites pour leur forte croissance initiale et qui constituent aujourd'hui, l'essentiel des plantations forestières dans cette zone écologique; il s'agit notamment de *Acacia auriculiformis*, *Gmelina arborea* et *Eucalyptus camaldulensis*.

Nous rappelons que les jachères naturelles, pour être performantes (bonne productivité en biomasse végétale et bonne restauration des propriétés physiques et chimiques du sol), dans les conditions écologiques et anthropiques de la zone dense de KORHOGO (Nord Côte d'Ivoire) nécessitent une durée assez longue (20 à 30 ans). C'est dire que si l'on s'en tient à l'aspect productivité de biomasse végétale (composante très déterminante pour la restauration de la fertilité des sols) les jachères améliorées de cinq ans avec des espèces à croissance rapide seraient une voie de solution à l'épineux problème de dégradation de la fertilité des sols et son cortège de prolifération d'ennemis des cultures (mauvaises herbes et maladies).

En outre, les graphiques de l'évolution des retombées de litière, au cours de l'année, (annexe n° II) mettent en évidence le comportement différentiel des espèces. Les essences locales (*Albizia zygia*, *Anogeissus leiocarpus*, *Anthonota crassifolia*, *Isobertia doka* et *Pericopsis laxiflora*) tendent à conserver leurs feuilles jusqu'aux premiers grands vents desséchants (harmattan) survenant dans les dernières semaines de novembre.

### 34 - Rendements e culture (maïs 1ère année après défrichage des jachères améliorées)

**Tableau n° 6 :** Rendement en maïs grains (kg/ha) lors de la remise en culture

<b>Acacia auriculiformis</b>			<b>Gmelina arborea</b>			<b>Eucalyptus camaldulensis</b>		
	-	Engrais		-	Engrais		-	Engrais
<b>Mulch</b>	1.062	1.972	<b>Mulch</b>	685	1.370	<b>Mulch</b>	467	752
<b>Brûlis</b>	1.817	2.180	<b>Brûlis</b>	480	1.227	<b>Brûlis</b>	200	247
<b>Moyenn e</b>	1.757		<b>Moyenn e</b>	940		<b>Moyenn e</b>	417	

*Acacia auriculiformis* est, de manière hautement significative, l'espèce la plus favorable sur la culture de maïs après exploitation de la jachère (1ère année de culture). Il ne faut pas médire non plus du *Gmelina arborea* qui, sans avoir la performance de *Acacia auriculiformis*, induit un effet favorable sur la culture du maïs. En effet, les rendements moyens en zone de savane, dans les meilleures conditions de production (bon sol et utilisation d'engrais) sont de l'ordre de 1500 kg/ha. *Eucalyptus camaldulensis* a l'effet le moins favorable sur la culture de maïs ; l'utilisation d'engrais dans tous les traitements de la litière semble ne pas engendrer une différence significative du point de vue rendement. La jachère de *Eucalyptus camaldulensis* semble ne pas avoir apporté une amélioration notable, en 5 ans, aux propriétés physiques et chimiques du sol.

Les rendements en maïs grains du tableau n° 6 sont en concordance avec les restitutions et exportations d'éléments minéraux du tableau n° 4 *Acacia auriculiformis* est l'espèce qui restitue le plus d'éléments minéraux essentiels. Les parcelles brûlées de *Gmelina arborea* donnent des rendements médiocres par rapport aux Mulch à cause de la forte présence du potassium libéré par le brûlis.





## 35 - La macrofaune du sol

**Tableau n° 7 : Macrofaune du sol (période de Juillet à Novembre 1995)**

ESPECE	MOIS	VERS DE TERRE		FOURMIS		TERMITES		DIPLOPODES		CHILOPODES		AUTRES		TOTAL	
		NB	PD	NB	PD	NB	PD	NB	PD	NB	PD	NB	PD	NB	PD
Acau	Juillet	2.28	0.08188	2.84	0.01747	39.64	0.065	1	0.06336	1	0.00146	0.08	0.00012	46.32	0.22929
	Août	3.16	0.07324	0.8	0.00296	8.32	0.0265	1	0.01458	-	0.00012	0.4	0.00042	13.32	0.11782
	Sept	4.84	0.09152	0.52	0.00249	5.72	0.01014	0.48	0.00272	0.24	0.00032	0.16	0.00009	11.96	0.10728
	Oct	3.6	0.1062	1.36	0.00293	7.52	0.01282	0.32	0.00204	0.36	0.00128	0.36	0.00031	13.52	0.12558
	Nov	1.16	0.03676	3	0.01391	72.88	0.1002	0.6	0.00687	0.32	0.0007	0.36	0.0004	78.32	0.15884
Euca	Juillet	0.92	0.01864	6.72	0.02584	30.08	0.1243	0.32	0.01165	0.56	0.00739	0.08	0.00004	38.68	0.18786
	Août	1.08	0.01494	0.84	0.00096	72.44	0.5421	0.16	0.00876	0.28	0.003728	0.32	0.001138	75.12	0.571626
	Sept	1.88	0.02832	1.16	0.00579	12.84	0.03948	0.2	0.000738	0.2	0.00031	0.24	0.001	16.52	0.075638
	Oct	1.56	0.1218	0.84	0.0054	27.44	0.06084	0.12	0.00012	0.12	0.0008	0.16	0	30.24	0.18896
	Nov	0.68	0.00304	0.84	0.00408	21.32	0.04416	0.64	0.01184	0.24	0.00034	0.4	0.0092	24.12	0.07266
Gmar	Juillet	1.64	0.04108	0.36	0.00077	11.88	0.09118	0.4	0.00892	0.68	0.00305	0.28	0.00034	15.24	0.14534
	Août	3.36	0.4711	0.48	0.001528	4.92	0.01594	0.28	0.008	0.2	0.000918	0.4	0.00025	9.64	0.497736
	Sept	4.04	0.08883	0.48	0.000886	4.36	0.009088	0.4	0.006736	0.16	0.00106	0.24	0.00007	9.68	0.10667
	Oct	3.04	0.09388	0.36	0.00188	7.68	0.0268	0.28	0.00151	0.12	0.00028	0.32	0.00004	11.8	0.12439
	Nov	0.92	0.01104	1.32	0.00988	4.68	0.00856	0.48	0.0012	0.32	0.00092	0.48	0.00325	8.2	0.03485



Les termites et les vers de terre constituent l'essentiel des populations de macro-invertébrés du sol (en effectif comme en biomasse) sur l'ensemble de l'essai, avec une nette prédominance des termites .

- L'abondance (densité et biomasse) des vers de terre est accordée à la jachère de *Acacia auriculiformis*, sur toute la durée de la période d'étude. *Gmelina arborea* occupe le second rang en matière de vers de terre. On rencontre très peu de vers de terre sous *Eucalyptus camaldulensis*.

Les litières de *Acacia auriculiformis* et de *Gmelina arborea* se décomposent relativement plus vite que celles de *Eucalyptus camaldulensis* ; elles doivent être aussi relativement plus digestibles surtout celles du *Gmelina arborea*. Ceci expliquerait en partie pourquoi les vers de terre sont plus abondants sous les deux premières citées.

Quant aux termites, leur abondance (densité et biomasse) est partagée entre les jachères de *Acacia auriculiformis* et *Eucalyptus camaldulensis*. Ils sont relativement abondants sous *Gmelina arborea*. Si l'on considère la biomasse de litière qui tombe sous ces différentes jachères plantées, l'on se rend compte qu'il y a effectivement plus de litière sous *Acacia auriculiformis* et *Eucalyptus camaldulensis* que sous *Gmelina arborea*; on a noté, pour la période de l'essai, 8,3 T de matière sèche sous *Acacia auriculiformis*, 7 T sous *Eucalyptus camaldulensis* contre 6,6 T sous *Gmelina arborea*. En plus, il y a plus de bois dans la litière sous *Acacia auriculiformis* et *Eucalyptus camaldulensis* que sous *Gmelina arborea* ; le bois représente 15,5 % de la litière de *Acacia auriculiformis*, 34,75 % de celle de *Eucalyptus camaldulensis* et seulement 1,88 % de celle de *Gmelina arborea*. Les termites, plus rustiques que les vers de terre, semblent s'attaquer au bois mort qu'aux feuilles et manger plus de feuilles de *Eucalyptus camaldulensis* qu'ils digèrent mieux par opposition aux oligochètes.

### **36 - Corrélation entre la macrofaune du sol et les paramètres du milieu étudiés**

#### **321 - Influence de la pluviométrie sur le comportement de la macrofaune du sol**

D'une manière générale, les termites sont plus abondants en début et en fin de saison des pluies. Par contre, l'abondance des vers de terre se situe en pleine saison des pluies (Août, Septembre, Octobre).

Pour les termites par exemple, sous jachère de *Acacia auriculiformis* de 5 ans, on compte en moyenne 73 millions d'individus pour une biomasse sèche de 0,1 tonne à l'hectare en Novembre, (mois sec) contre 8 millions

d'individus pour une biomasse de 0,02 tonne à l'hectare en Août (mois le plus pluvieux). C'est tout à fait le contraire pour les vers de terre. On compte 1,08 million de vers de terre pour une biomasse de 0,015 T à l'hectare en Août contre 0,68 million de vers de terre pour une biomasse sèche de 0,003 T à l'hectare en Novembre.

## **362 - Importance pédologique des vers de terre et termites**

### **3621- Effets drilosphériques et effets termitosphériques**

Dans les savanes humides, la protection physique de la matière organique et l'entretien de la structure physique du sol, deux processus essentiels de la conservation de la fertilité, sont très largement déterminés par l'activité des macro-organismes, en particulier celles des termites et des vers de terre (LAVELLE et al, 1991).

#### **a) Les vers de terre : effets drilosphériques :**

La drilosphère est définie comme étant l'ensemble du sol et des microorganismes soumis à l'action des vers de terre. Elle comprend ainsi toutes les déjections (turricules) récentes ou en voie de désagrégation et les galeries.

Les effets drilosphériques se résument par la quantité de terre ingérée et les structures créés par l'action des vers de terre :

#### **- Turricules**

800 à 1200 tonnes de terre sèche par hectare passe à travers le tube digestif des vers de terre, dans les savanes d'Afrique (durant une année normale pluvieuse) 1.7 à 3.5 % de cette terre ingérée sont rjetés à la surface sous forme de turricules. Les turricules sont caractérisées par:

- . Une concentration importante en matière organique et autre nutriments des plantes.
- . Une granulométrie très fine
- . Une bonne rétention de l'eau.

#### **- Effets de surface et infiltration de l'eau**

L'activité des vers de terre augmente le taux d'infiltration du sol de 40 à 50 % dans les milieux non cultivés couverts d'une végétation dense, le taux d'infiltration du sol passe à 70 - 85 % lorsque l'activité des vers de terre entraîne le dépôt de turricules à la surface du sol.

#### **- Macroagrégation du sol et porosité**

La formation d'une turricule macroagrégée est le résultat le plus spectaculaire de l'activité des vers de terre en savane. Les agrégats d'une taille supérieure à 2 mm représentent, 17 à 32 % (selon la saison et la profondeur) du sol des savanes herbeuses et 25 à 54 %, de celui des savanes arbustives. Ces valeurs sont remarquablement élevées ; compte tenu des faibles teneurs en argiles (respectivement 5 et 10 % de Kaolinite) et des faibles réserves organiques (1 à 2 %) (BLANCHART et al, 1990).

### **b) Les termites : effets termitosphériques :**

Les termites affectent l'organisation physique du sol par la construction de nids épigés, par l'agrégation du sol et par le creusement de réseaux de galeries et de chambres souterraines.

#### **- Les termites**

Il peut y avoir plus 5000 nids de termites par hectare (ALONI et SOYER, 1987). La masse de terre ainsi mobilisée peut atteindre 2400 t/ha. Les termitières sont souvent des structures massives, riches en argiles et minéraux fins que les termites remontent souvent des horizons profonds du sol.

Les termites mélangent à ses minéraux la matière organique de leurs boulettes fécales, ce qui fait, de la termitière, une accumulation des éléments de la fertilité du sol : argile, matière organique et minéraux nutritifs. A la mort de la colonie, la termitière va s'éroder lentement, libérant peu à peu les éléments accumulés.

#### **Agrégation du sol**

Les boulettes fécales de certains termites ont une structure en microagrégats organominéraux (GARNIER - SILLAM et al, 1985). Ces microagrégats pourraient être disséminés sur le sol à proximité des termitières.

#### **Galerie et chambres**

L'effet des termites sur la macroporosité et les propriétés hydrauliques dépend beaucoup de leur abondance et du type de structures qu'ils constituent. Toutefois, retenons que le diamètre des galeries peut varier de 1 à plus de 20 mm et leur longueur peut atteindre 7.5 km/ha (DARLINGTON, 1982 ; WOOD, 1988).

La surface des trous ouverts annuellement, par certains macrotermitinae des savanes sahéliennes, pour leurs sorties de récolte, peut atteindre 2 à 4 m<sup>2</sup> / ha. Voilà pourquoi, l'élimination des termites peut parfois entraîner une augmentation de la densité apparente du sol, une diminution des taux d'infiltration de l'eau et une érosion accrue.

Retenons, en conclusion partielle à ce chapitre que les effets drilosphériques et termitosphériques améliorent de manière notable, les propriétés physiques et chimiques du sol.

Ces deux effets combinés augmentent considérablement les états de surface du sol et l'infiltration de l'eau: le taux d'infiltration qui est de 40 à 75 % dans les milieux nons cultivés couverts d'une végétation dense peut passer à 85 - 100 % lorsque les effets termitosphériques s'ajoutent aux effets drilosphériques.

### **3622 - Effets induits des interactions plants forestiers (biomasse végétale principalement) et activités biologiques sur les propriétés physiques et chimiques du sol sous trois jachères étudiées.**

**Tableau n° 8 :** macrofaune du sol ( de juillet à novembre 1995) termites et vers de terre principalement.

ESPECE	MOIS	VERS DE TERRE		TERMITES		VERS/TERMITES	
		NB	PD	NB	PD	NB	PD
Ac. aur	Juillet	2,28	0,08188	39,64	0,065	0,057518	1,259692
	Août	3,16	0,07324	8,32	0,0265	0,379808	2,763774
	Sept	4,84	0,09152	5,72	0,01014	0,846154	9,025641
	Oct	3,60	0,1062	7,52	0,01282	0,478723	8,283931
	Nov	1,16	0,03676	72,88	0,1002	0,015917	0,366866
Euc. camal	Juillet	0,92	0,01864	30,08	0,1243	0,030585	0,14996
	Août	1,08	0,01494	72,44	0,5421	0,014909	0,027559
	Sept	1,88	0,02832	12,84	0,03948	0,146417	0,717325
	Oct	1,56	0,1218	27,44	0,06084	0,056851	2,001972
	Nov	0,68	0,00304	21,32	0,04416	0,031894	0,068841
Gm. arb	Juillet	1,64	0,04108	11,88	0,09118	0,138047	0,450537
	Août	3,36	0,4711	4,92	0,01594	0,682927	29,55458
	Sept	4,04	0,08883	4,36	0,00909	0,926606	9,774428
	Oct	3,04	0,09388	7,68	0,0268	0,395833	3,502985
	Nov	0,92	0,01104	4,68	0,00856	0,196581	1,28972

Le tableau n° 8 montre que le rapport, vers de terre / termites > 1 (biomasse sèche), sur la période de l'étude qui correspond bien à la période classique de culture dans la région de KORHOGO, sous *Acacia auriculiformis* et *Gmelina arborea* ; ce rapport, qui est un indice de fertilité, est inférieur à 1 sous *Eucalyptus camaldulensis*. Cela signifie que les jachères plantées des deux premières espèces présentent une ambiance de sol relativement mieux restauré que celle de *Eucalyptus* car plus le sol est restauré plus la biomasse de vers de terre est importante par rapport à celle des

termite qu'il abrite.

Par ailleurs la macrofaune du sol est plus abondante au cours de cette période sous *Acacia auriculiformis* que sous *Eucalyptus camaldulensis*, *Gmelina arborea* étant intermédiaire.

Cette classification se retrouve en granulométrie du sol où *Acacia auriculiformis* a le taux d'éléments fins le plus élevé (cf. Tableau n° 3).

Si l'on se réfère au tableau n° 6, on constate que *Acacia auriculiformis* a la biomasse totale sèche de litière, au cours de la dernière année de jachère, la plus élevée (plus de 8 T/ha contre 7 T/ha pour *Gmelina arborea*). Seulement, la litière de *Eucalyptus* se décomposant moins bien que celle des deux autres espèces, *Acacia auriculiformis* et *Gmelina arborea* auront plus de potentialités de restitution d'éléments minéraux au sol que *Eucalyptus camaldulensis*. La finalité de toutes ces interactions est que l'abondance de la matière végétale organique (litière) au sol crée les meilleures conditions de restauration rapide des propriétés physiques et chimiques du sol surtout si cette litière se décompose relativement bien ; c'est le cas de la jachère de *Acacia auriculiformis* et de *Gmelina arborea* (dans une moindre mesure). *Eucalyptus* a plus de litière que *Gmelina* ; mais la première est désavantagée à cause de son C/N plus élevé (13,16 contre 12,34).

Les rendements grains de maïs mis en tête de culture viennent confirmer cette logique (cf. Tableau n° 6)

Par ailleurs, il est à craindre un effet défavorable de *Gmelina*, championne de la restitution du potassium au sol sur certaines cultures (des études ultérieures l'ont montré sur le riz). Cette situation serait favorable à la culture de l'igname surtout sur les placeaux brûlés (l'igname étant exigeante en potassium).

## CONCLUSION

La restauration des propriétés physiques et chimiques des sols par la jachère obéit à plusieurs paramètres intimement liés les uns aux autres. Dans cette étude, nous avons pu voir l'impact de la litière (biomasse et qualité) sur la création de micro-climat favorable aux activités biologiques du sol qui permettent à la fois de décomposer la litière donc de restituer les éléments minéraux qu'elle contient au sol et d'améliorer la granulométrie à la surface par remontée d'éléments fins des profondeurs du sol.

Une jachère capable de produire une litière abondante riche en éléments



minéraux et se décomposant relativement bien est favorable à la prolifération des macro-invertébrés du sol (vers de terre et termites principalement). C'est le cas de la jachère de *Acacia auriculiformis* qui permet, 6 ans après la plantation d'arbres, de récolter non seulement un volume de bois relativement impressionnant (40 m<sup>3</sup>/ha) et une forte litière au sol (8 T/ha), mais aussi assure un bon rendement en culture avec une moyenne de 2 T/ha de maïs grains en fertilisation dans une région où on obtient difficilement 1 T/ha avec engrais, à cause du niveau de la dégradation très avancé du sol.

Cette étude a également montré que *Eucalyptus camaldulensis* n'est pas plus exportatrice d'éléments minéraux que *Acacia auriculiformis* ou *Gmelina arborea*. Sa litière restitue mal ces éléments au sol car elle se décompose lentement. Nous serions tenter de poursuivre les observations, sur cet essai, pendant plusieurs années encore. Il est rassurant de noter que *Eucalyptus camaldulensis* n'acidifie pas le sol contrairement aux tares qu'on lui reproche, au contraire, elle relève mieux le pH eau du sol par rapport aux deux autres espèces étudiées.

Le rapport vers de terre / termites (biomasse sèche) permet de confirmer la nette prédominance de *Acacia auriculiformis* et *Gmelina arborea* (dans une moindre mesure) sur *Eucalyptus camaldulensis* en matière de potentialités de restauration du sol. Il est cependant encourageant de constater une prolifération de termites sous *Eucalyptus camaldulensis* ; cela pourrait être un atout pour cette espèce à long terme car ne dit-on pas qu'à biomasse égale, les termites sont bien plus actifs que les vers de terre, à cause de leurs activités qui ne s'arrêtent pas en saison sèche contrairement à celle des vers de terre?

Retenons que chacune de ces jachères a des potentialités et des aspects négatifs spécifiques. *Gmelina arborea* qui exporte et restitue énormément de potassium au sol pourrait être intéressante pour la culture de l'igname.